

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 21 458 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 16 H 59/40**  
// B66F 9/06

②① Aktenzeichen: 195 21 458.7  
②② Anmeldetag: 13. 6. 95  
④③ Offenlegungstag: 21. 12. 95

DE 195 21 458 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
15.06.94 US 260426

⑦① Anmelder:  
Caterpillar Inc., Peoria, Ill., US

⑦④ Vertreter:  
Wagner, K., Dipl.-Ing.; Geyer, U., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 80538 München

⑦② Erfinder:  
Evans, William C., Metamora, Ill., US; Henderson,  
Daniel E., Washington, Ill., US; Herold, Robert A.,  
Peoria Heights, Ill., US; Rytter, Noel J., Peoria, Ill.,  
US

⑤④ Elektrohydraulische Steuervorrichtung für den Antrieb einer Maschine

⑤⑦ Eine elektrohydraulische Steuervorrichtung für den Antriebsstrang oder das Triebwerk einer Maschine ist offenbart. Der Antriebsstrang oder die Antriebslinie bzw. das Triebwerk umfassen einen Motor, ein Getriebe und einen Drehmomentwandler mit einem sich drehenden Gehäuse. Der Drehmomentwandler ist antriebsmäßig verbunden zwischen Motor und Getriebe. Der Drehmomentwandler weist auch ein Laufradelement auf. Eine Laufradkupplung verbindet das Laufradelement mit dem sich drehenden Gehäuse. Ein elektrohydraulisches Laufradkupplungsventil erzeugt einen Strömungsmittelfluß zu der Laufradkupplung, um die Laufradkupplung in steuerbarer Weise in und außer Eingriff zu bringen. Ein Drehmomentwandlerdrehzahlfühler fühlt die Ausgangsdrehzahl des Drehmomentwandlers ab und erzeugt in darauf ansprechender Weise ein Drehmomentwandlerdrehzahlsignal. Eine elektronische Vorrichtung empfängt das gemessene Drehmomentwandlerdrehzahlsignal, bestimmt ein Drehmomentwandler-Soll-Drehzahlsignal, erzeugt ein Fehlerdrehzahlsignal infolge einer Differenz zwischen dem gemessenen und dem Soll-Drehmomentwandlerdrehzahlsignalen und betätigt in steuerbarer Weise das elektrohydraulische Ventil, um zu bewirken, daß das Drehzahlfehlersignal sich dem Wert Null nähert.

DE 195 21 458 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 10. 95 508 051/573

21/27

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich allgemein auf eine elektrohydraulische Steuervorrichtung und ein Verfahren zum steuerbaren Betrieb einer Maschine. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine elektrohydraulische Steuervorrichtung mit einem elektronischen Steuermodul und einem oder mehreren manuell betätigten Betätigermechanismen zur Beeinflussung bestimmter Betriebsarten des Antriebs oder der Antriebslinie bzw. des Triebwerks der Maschine durch das elektronische Steuermodul einschließlich des Eingriffs einer Drehmomentwandlerflügelradkupplung.

Bei einer konventionellen Betriebsart des langsamen Bewegens oder "Inchings" einer Maschine wird das Getriebe im Eingriff bzw. in einem Gang gehalten und die Bremsen werden manuell moduliert, und zwar durch die Verwendung eines Fußpedals. Dies ist unerwünscht, da dies einen beträchtlichen Aufwand durch den Benutzer erforderlich macht, und da die Betriebsbremsen eine relativ schnelle Abtriebsrate erfahren. In einer anderen wohlbekannten Betriebsart, dann nämlich, wenn die Betriebsbremsen der Maschine durch das Niederdrücken eines Fußpedals angelegt werden, wird eine assoziierte Getriebekupplung der Scheiben- und Plattenbauart zum Schlupf veranlaßt, so daß das Getriebe im wesentlichen neutralisiert ist. Dies wird am häufigsten erreicht durch den Bremssystemströmungsmittelkreis, der auf ein "Inching"-Ventil wirkt, welches zwischen einer Druckquelle und der Kupplung angeordnet ist, wie dies im großen Umfang bei Gabelstaplern der Hin- und Herbewegungsbauart eingesetzt wird. Dies ist zweckmäßig, da die Geschwindigkeit der Maschine gegenüber Erde für eine genauere Steuerung reduziert wird, während die Drehzahl oder Geschwindigkeit der Maschine auf einer relativ hohen Rate aufrechterhalten wird, um ein schnelles Ansprechen der durch den Motor betätigten Hilfsausrüstung zu ermöglichen. Der kontrollierte oder gesteuerte Schlupf bei einer festen Einstellung des manuell betätigten Steuerglieds war jedoch in diesen beiden Betriebsarten bislang nicht praktikabel.

Bei einem weiteren konventionellen Verfahren zum Vorsehen der "Inching"-Fähigkeiten für eine Maschine wird eine Laufradkupplung vorgesehen, und zwar zwischen dem Motor und dem Getriebe einer Maschine. Typischerweise wird die Laufradkupplung durch eine Benutzer- oder Fahrerpedale betätigt. Die Benutzerpedale bewirken den Eingriff und das Außereingriffbringen der Laufradkupplung, wodurch die durch die Antriebslinie übertragene Leistung verändert wird, und die Maschine verlangsamt wird. Die Aufrechterhaltung der Maschine auf einer Drehzahl oder Geschwindigkeit proportional zum Benutzerpedal ist jedoch schwierig, und zwar infolge der Änderungen des Drehmoments an der Antriebslinie.

Die vorliegende Erfindung richtet sich auf die Überwindung eines oder mehrerer Probleme des Standes der Technik und insbesondere der oben genannten Probleme.

## Offenbarung der Erfindung

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine elektrohydraulische Steuervorrichtung für eine Antriebslinie einer Maschine offenbart. Die Antriebslinie

umfaßt einen Motor, ein Getriebe und einen Drehmomentwandler mit einem sich drehenden Gehäuse. Der Drehmomentwandler ist antriebsmäßig mit der Maschine und dem Getriebe verbunden. Der Drehmomentwandler umfaßt auch ein Laufradelement. Eine Laufradkupplung verbindet das Laufradelement mit dem sich drehenden Gehäuse. Ein elektrohydraulisches Ventil der Laufradkupplung erzeugt Strömungsmittelfluß zur Laufradkupplung zum steuerbaren Eingriff und Außereingriffbringen der Laufradkupplung. Ein Drehmomentwandlerdrehzahlfühler fühlt die Ausgangsdrehzahl oder Ausgangsgeschwindigkeit des Drehmomentwandlers ab und erzeugt darauf ansprechend ein Drehmomentwandlerdrehzahlsignal. Eine elektronische Vorrichtung empfängt das gemessene Drehmomentwandlerdrehzahlsignal, bestimmt ein gewünschtes oder Soll-Drehmomentwandlerdrehzahlsignal, erzeugt ein Fehlerdrehzahlsignal infolge einer Differenz zwischen den gemessenen und Soll-Drehmomentwandlerdrehzahlsignalen und betätigt in steuerbarer Weise das elektrohydraulische Ventil, um zu bewirken, daß das Drehzahlfehlersignal Null annähert.

## Kurze Beschreibung der Zeichnung

Zum besseren Verständnis der Erfindung sei auf die Zeichnungen Bezug genommen; in der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines elektrohydraulischen Antriebssystems für eine Maschine;

Fig. 2 ein Blockdiagramm einer Regelung oder Steuerung mit geschlossener Rückkopplungsschleife assoziiert mit einer Erdgeschwindigkeitssteuersubroutine;

Fig. 3 eine graphische Darstellung der Maschinenerdgeschwindigkeit abhängig von einer Laufradkupplungspedalposition;

Fig. 4A—B eine Vielzahl von Strömungsdiagrammen der Programmsteuerung assoziiert mit einer Subroutine, die mehrere Betriebsbedingungen überprüft, bevor die Erdgeschwindigkeitssteuersubroutine initiiert (enabled) wird;

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm der Programmsteuerung assoziiert mit der Erdgeschwindigkeitssteuersubroutine;

Fig. 6 und 7 sind Flußdiagramme der Programmsteuerung bzw. Regelung assoziiert mit einer Proportional-Integral-Steuer- oder Regelstrategie einer Brems- und Laufradkupplungssubroutine;

Fig. 8 eine graphische Darstellung des Laufradkupplungs- und Bremsdrucks abhängig von der Laufradkupplungspedalposition;

Fig. 9 ein Flußdiagramm der Programmsteuerung assoziiert mit einer Vereinigungs- oder "Merge"-Subroutine; und

Fig. 10A, B eine Vielzahl von Flußdiagrammen der Programmsteuerung assoziiert mit einer Bremse-Bevor-Schaltsubroutine.

## Die beste Möglichkeit zur Ausführung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Steuerung der Erdgeschwindigkeit einer Erdbearbeitungsmaschine 100, wie beispielsweise eines Radladers. Eine Antriebslinie 102 für die Maschine ist in Fig. 1 dargestellt. Die Antriebslinie umfaßt einen Motor 104 mit einer Welle 105, die mit einem hydrodynamischen Drehmomentwandler 106 verbunden ist. Der Drehmomentwandler umfaßt ein drehbares Gehäuse 107, ein Lauf- oder Pumpenradelement 108, ein Reaktions- oder Leit-

radelement 110 und ein Turbinenelement 112 verbunden mit einer mittig angeordneten Ausgangs- oder Abtriebswelle 113. Die Abtriebswelle sieht die Eingabegröße für ein Mehrfachgeschwindigkeits- oder Drehzahlgetriebe 114 vor, das vorzugsweise eine Vielzahl von miteinander verbundenen Planetenzahnrad- oder -getriebe-  
 5 sätzen aufweist, die selektiv in Eingriff stehen, und zwar in zusammenarbeitenden Gruppierungen durch den Betrieb eines Paares von Richtungskupplungen oder Bremsen der Scheibenbauart und eine Vielzahl von Drehzahl- oder Geschwindigkeitskupplungen oder Bremsen der Scheibenbauart.

Die Antriebslinie oder das Triebwerk umfaßt auch eine Eingangskupplung der Scheibenbauart oder eine Laufradkupplung 116 angeordnet zwischen dem Motor 104 und dem Drehmomentwandler 106 zum steuerbaren Kuppeln des sich drehenden Gehäuses mit dem Pumpenlaufradelement und eine Verriegelungskupplung 118 der Scheibenbauart zum selektiven Kuppeln des sich drehenden Gehäuses mit dem Turbinenradelement und der Abtriebswelle für eine direkte mechanische Verbindung, die in effektiver Weise den Drehmomentwandler umgibt. Ein elektrohydraulisches Laufradkupplungsventil 120 sieht Strömungsmittelfluß zur Betätigung der Laufradkupplung vor, während ein elektrohydraulisches Verriegelungskupplungsventil 122 Strömungsmittelfluß vorsieht zur Betätigung der Verriegelungskupplung.

Eine elektrohydraulische Steuervorrichtung 124 ist zur Steuerung des Betriebs der Antriebslinie vorgesehen. Die Steuervorrichtung umfaßt ein elektronisches Steuermodul 126, welches einen internen Mikroprozessor enthält. Der Ausdruck Mikroprozessor umfaßt Mikrocomputer, Mikroprozessoren, integrierte Schaltungen und dergleichen, die in der Lage sind, programmiert zu werden. Das elektronische Steuermodul enthält genügend elektronische Schaltungen zur Umwandlung von Eingangssignalen von einer Vielzahl von Sensoren und Schaltern, und zwar in einer Form, die durch den Mikroprozessor lesbar ist und ferner sind Schaltungen vorgesehen zur Erzeugung von hinreichend Leistung zum Betreiben einer Vielzahl von Elektromagneten (Solenoiden) zur Betätigung des Getriebes, der Laufradkupplung 116 und der Verriegelungskupplung 118 gemäß den durch das Steuermodul erzeugten Signalen. Der Mikroprozessor ist mit den vorgewählten Logikregeln programmiert, und zwar zum Empfang eines oder mehrerer manuell ausgewählter Betriebs- oder Betätigungssignale und einer Vielzahl von automatisch erzeugten Betriebssignalen.

Das elektronische Steuermodul empfängt automatisch drei Steuersignale, die sich auf dem Betrieb der Antriebslinie beziehen. Ein Motordrehzahlfühler 128 ist auf einem stationären Teil der Antriebslinie angeordnet, um ein Signal proportional zu der Drehzahl der Motorwelle zu erzeugen. Ein Drehmomentwandlergeschwindigkeits- oder Drehzahlsensor 130 erzeugt ein Signal entsprechend der Drehzahl oder Drehgeschwindigkeit und der Richtung der Drehmomentwandlerabtriebswelle. Schließlich erzeugt ein Getriebedrehzahl- oder -geschwindigkeitssensor 132 ein Signal entsprechend der Drehgeschwindigkeit oder Drehzahl und der Richtung der Getriebeausgangs- oder Abtriebswelle.

Die elektrohydraulische Steuervorrichtung 124 weist einen Betätiger-Steuerhandgriff 128 auf zur selektiven Steuerung bzw. Kontrolle des Benutzers des Getriebes. Der Steuerhandgriff erzeugt Übertragungssteuersignale an das Steuermodul, die ein gewünschtes Zahnrad

oder Getriebeverhältnis und/oder die Richtung der Maschine angeben. Ein Benutzerlaufradpedal 136 ist zur selektiven Steuerung des Ausmaßes des Eingriffs der Laufradkupplung vorgesehen. Das Laufradpedal ist um einen querverlaufend orientierten Schwenkstift herum verschwenkbar. Wenn das Pedal, aus einer erhöhten Position in eine Zwischenposition niedergedrückt wird, so wird die Fähigkeit der Laufradkupplung 116 Drehmoment an das Laufradelement 108 vom Motor zu übertragen, proportional reduziert. Wenn das Laufradpedal niedergedrückt ist, so erzeugt es ein Laufradsteuersignal für das elektronische Steuermodul proportional zur Pedalposition. Das Bremsen der Maschine kann auch durch einen Betriebsbremsmechanismus 138 initiiert werden oder eingeleitet werden, und zwar infolge des Niederdrückens des Laufradpedals. Ein elektrohydraulisches Bremsventil 140 sieht einen Strömungsmittelfluß vor, um die vorderen und hinteren Sätze von Bremsen 142, 144 zu betätigen.

Es sei bemerkt, daß der Betriebsbremsmechanismus ein (nicht gezeigtes) Bremspedal aufweist zum manuellen Betätigen der vorderen und/oder hinteren Bremsätze. Darüber hinaus ist ein (nicht gezeigtes) Beschleunigungs- oder Gaspedal vorgesehen, um manuell die Drehzahl oder Geschwindigkeit des Motors zu steuern.

Die vorliegende Erfindung verwendet ein Antriebslinien-Geschwindigkeits- oder -Drehzahlregelsystem (ein Steuersystem mit geschlossener Schleife), und zwar unter Verwendung des Lauf- oder Pumpenradpedals als eine Eingangsgröße und die Laufradkupplung und Maschinenbremsen als die Steuer- oder Regelbetätigungen ("control actuators"). Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm der Antriebslinien- oder Triebwerk-Geschwindigkeits- oder -Drehzahlsteuerung, was im einzelnen im folgenden beschrieben werden soll.

Wenn das Lauf- oder Pumpenradpedal nicht niedergedrückt ist, so steht die Lauf- oder Pumpenradkupplung vollständig im Eingriff, um die volle Drehmomentgröße vom Motor zum Getriebe zu übertragen und die Bremsen sind vollständig außer Eingriff. Somit modifiziert die elektronische Steuerung nur die Maschinen-erdgeschwindigkeit ansprechend auf das Niederdrücken des Steuerpedals.

Sobald das Pumpen- oder Laufradpedal niedergedrückt ist, wird die Drehmomentwandlerdrehzahl oder -geschwindigkeit abgegriffen oder getastet und als die Bezugsdrehmomentwandlergeschwindigkeit oder -drehzahl verwendet. Sodann wird die Bezugsdrehmomentwandlergeschwindigkeit in Proportion zum Pumpenradpedalwinkel skaliert oder maßstabsmäßig bewertet, um eine gewünschte oder Soll-Drehmomentwandlerdrehzahl oder -geschwindigkeit vorzusehen. Wenn somit der Niederdrückwinkel des Laufradpedals ansteigt, so nimmt die Soll-Drehmomentwandlergeschwindigkeit oder -drehzahl in proportionaler Weise ab. Beispielsweise ergibt sich für einen Niederdrückwinkel von 10% des vollständigen Bereichs eine Soll-Drehzahl oder Geschwindigkeit mit einem Wert von 90% der Bezugsdrehzahl oder -geschwindigkeit. Der Effekt der Steuerung besteht darin, die Laufradkupplung und die Bremsen zu betätigen, um die Drehmomentwandlerausgangsgeschwindigkeit oder -drehzahl dazu zu zwingen, der Soll-Drehmomentwandlergeschwindigkeit oder -drehzahl zu folgen. Es sei bemerkt, daß die Drehmomentwandlergeschwindigkeit oder -drehzahl in Korrelation steht zu der Erdgeschwindigkeit (der Geschwindigkeit gegenüber dem Boden) der Maschine. Demgemäß wird die Erdgeschwindigkeit der Maschine proportional zum

Niederdrückwinkel des Laufradpedals gesteuert, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist.

Sobald die Drehmomentwandler-Soll-Drehzahl oder -Geschwindigkeit bestimmt ist, wird ein Drehmomentwandlergeschwindigkeits- oder Drehzahlfehler bestimmt, und zwar durch Subtraktion der gemessenen Drehmomentwandlergeschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit. Ein Geschwindigkeits- oder Drehzahlfehlersignal wird an Auswahllogikmittel geliefert. Ansprechend auf den Wert des Geschwindigkeitssignals bestimmen die Auswahllogikmittel, ob die Laufradkupplung oder die Bremsen gesteuert werden sollen. Wenn beispielsweise der Wert des Drehzahl- oder Geschwindigkeitsfehlers positiv ist (die Ist-Drehzahl ist kleiner als die Soll-Drehzahl) oder aber Null ist, dann ist die Laufradkupplung derart gesteuert, daß die Maschine in ihrer Geschwindigkeit erhöht wird. Wenn jedoch der Wert des Geschwindigkeits- oder Drehzahlfehlers negativ ist, sodann werden die Bremsen gesteuert, um die Maschine zu verlangsamen.

Die Fig. 4—7, 9 und 10 sind Flußdiagramme, die für Computerprogrammbefehle repräsentativ sind, welche durch die Steuereinheit auf Computerbasis der Fig. 1 ausgeführt werden, um so das erfindungsgemäße Schaltstellungsverfahren durchzuführen. In der Beschreibung der Flußdiagramme beziehen sich funktionelle Erläuterungen markiert mit Zahlen in spitzen Klammern (<nnn>) auf Blöcke, die diese Zahl tragen. In der folgenden Diskussion repräsentiert das Acronym "RTS" (Return to subroutine = Kehre zur Subroutine zurück), das die Programmsteuerung der laufenden Subroutine zu der Subroutine zurückkehrt, die die laufende Subroutine aufrief.

Die Fig. 4A—B repräsentieren die Softwaresteuerung PEDSPD, eine Subroutine, die mehrere Bedingungen liest und bestimmt, ob die Erdgeschwindigkeitssteuerung eingeschaltet (enabled) werden sollte. Als erstes führt die Softwaresteuerung eine Reihe von Initialisierungsschritten aus, wie beispielsweise die folgenden: Speichern der Drehmomentwandlergeschwindigkeit oder Drehzahl als den Bezugswert und die Soll-Drehzahl, und Initialisieren mehrerer Softwarezähler und Markierungen oder Flaggen <404>. Als nächstes liest die Steuerung die Laufradpedalposition <406> und bestimmt, ob das Pedal vollständig niedergedrückt ist <408>. Wenn das Pedal vollständig niedergedrückt ist, so bewirkt die Steuerung, daß die Bremsen angelegt werden, um die Maschine <410> zu stoppen. Sodann bestimmt die Steuerung, ob das Getriebe sich in Neutral <412> befindet und speichert die Motordrehzahl als die Bezugsgröße und die Soll-Drehzahl <414>. Es sei bemerkt, daß die Steuerung die Motordrehzahl und nicht die Drehmomentwandlerausgangsdrehzahl liest, da die Drehmomentwandlerausgangsdrehzahl Null ist, wenn die Maschine gestoppt ist.

Wenn jedoch das Pedal nicht vollständig niedergedrückt ist, so bestimmt die Steuerung, ob eine SHFTREQ-Flagge oder Markierung <416> gesetzt ist, was repräsentiert, daß der Benutzer eine Richtungsschaltung anfordert (SHFTREQ = shift requesting = Schaltung angefordert). Wenn das Pedal vollständig freigegeben ist, so ruft die Programmsteuerung eine GRNDSPD Subroutine <420> auf, (GRNDSPD = ground speed = Erdboden- oder Grundgeschwindigkeit), was später noch diskutiert wird. Wenn das linke Pedal nicht vollständig freigegeben ist, so wird die SHFTREQ-Flagge gelöscht <422>.

Sodann bestimmt die Programmsteuerung, ob sich

das Getriebe im Gang <424> befindet. Wenn sich das Getriebe in einem Gang befindet, so bestimmt die Steuerung, ob das Laufradpedal vollständig freigegeben ist <426>. Wenn dies der Fall ist, dann wird die Drehmomentwandlergeschwindigkeit oder -drehzahl gespeichert als Bezugsdrehzahl oder -geschwindigkeit und Soll-Drehzahl oder Geschwindigkeit <430>. Sodann löscht oder klärt die Steuerung den Bremsbefehl.

Wenn am Block 426 die Steuerung oder Regelung feststellt, daß das Laufradpedal nicht vollständig freigegeben ist, so bestimmt die Steuerung die Laufradpedalposition <434>, multipliziert die Bezugsdrehmomentwandlerdrehzahl mit einem die Pedalposition repräsentierenden Wert und speichert die Drehmomentwandler-Soll-Drehzahl <436>. Schließlich ruft die Steuerung die GRNDSPD-Subroutine <438>.

Fig. 5 stellt die Softwaresteuerung oder -regelung der GRNDSPD-Subroutine dar. Die GRNDSPD-Subroutine bestimmt, ob die Maschine schneller werden ("speed-up") oder langsamer werden ("slow-down") soll und ruft die entsprechende Subroutine auf, um dies zu erreichen. Als erstes bestimmt die Programmsteuerung den Geschwindigkeits- oder Drehzahlfehler <505>, der definiert ist als die Drehmomentwandler-Soll-Drehzahl minus die Drehmomentwandler-Ist-Drehzahl (tatsächliche Drehzahl oder Geschwindigkeit). Die Steuerung bestimmt sodann, ob die SHFTREQ-Flagge gesetzt ist <510>, was repräsentiert, daß der Benutzer eine Richtungsschaltung anfordert.

Wenn das Getriebe eine Richtungsschaltung ausführen soll, so ist es erwünscht, die Erdgeschwindigkeit der Maschine zu verlangsamen, um eine glatte Schaltung zu erreichen. Da sich das Getriebe in Neutral befinden kann, bestimmt dann die Steuerung einen neuen Geschwindigkeits- oder Drehzahlfehler <515>, der definiert ist als die Getriebe-Soll-Drehzahl minus die Getriebe-Ist-Drehzahl. Wenn der Geschwindigkeits- oder Drehzahlfehler einen negativen Wert besitzt, so ruft die Programmsteuerung eine CLPBRK-Subroutine auf, um die Maschine über die Betriebsbremsen <525> zu verlangsamen. Die CLPBRK-Subroutine wird weiter unten diskutiert. Es sei bemerkt, daß dann, wenn sich das Getriebe in Neutral befindet, die Drehmomentwandlerausgangsdrehzahl nicht mit der Erdgeschwindigkeit in Korrelation steht. Somit wird die Getriebeausgangsdrehzahl für die Drehmomentwandlerausgangsdrehzahl substituiert.

Es sei nunmehr zum Block 510 zurückgekehrt: Wenn eine Schaltung nicht beginnen soll, d.h. wenn SHFTREQ (shift requested = Schaltung angefordert) nicht gesetzt ist, dann bestimmt die Steuerung, ob eine Schaltung bereits im Gang ist <530>. Wenn eine Schaltung im Gang ist, so kehrt die Programmsteuerung zu der Subroutine zurück, die die laufende Subroutine aufrief.

Wenn jedoch keine Schaltung im Gang ist, so bestimmt die Steuerung, ob der Bremsbefehl, der durch die CLPBRK-Subroutine erzeugt wird, größer ist als der Bremsbefehlminimalwert <545>. Wenn dies so ist, so ruft die Steuerung die CLPBRK-Subroutine auf. Andernfalls bestimmt die Steuerung, ob der Laufradkupplungsbefehl, der durch die CLPIC-Subroutine erzeugt wird, größer ist als der Laufradkupplungsminimalwert <550>. Wenn dies so ist, so ruft die Steuerung die CLPIC-Subroutine auf. Es sei bemerkt, daß die Blöcke 545 und 550 sicherstellen, daß die durch die CLPBRK- oder CLPIC-Subroutinen erzeugten Befehle nicht gleichzeitig auftreten.

Schließlich bestimmt die Steuerung, ob der Drehzahl- oder Geschwindigkeitsfehler negativ ist <560>. Wenn der Drehzahlfehler negativ ist, so ruft die Steuerung die CLPBRK-Subroutine auf; wenn der Drehzahlfehler nicht negativ ist, dann ruft die Steuerung die CLPIC-Subroutine auf.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 6 wird nunmehr die Programmsteuerung der CLBRK-Subroutine beschrieben. Die CLBRK-Subroutine verwendet einen Proportional-Integral (PI) Regler zur Erzeugung eines Bremsbefehlssignals zur Verlangsamung der Maschine. Als erstes bestimmt die Steuerung oder Regelung, die PI-Terme <610>. Die Steuerung oder Regelung bestimmt den Bremsproportionalterm durch Multiplizieren einer Proportionalkonstante  $K_p$  mit dem Drehzahl oder -Geschwindigkeitsfehler. Sodann vergleicht die Steuerung oder Regelung den Bremsproportionalterm mit den maximalen und minimalen Proportionalwerten und begrenzt den Bremsproportionalterm, wenn dies notwendig ist <615>. Sodann bestimmt die Steuerung den neuen Bremsintegraltorterm durch Division einer Integrationskonstante  $K_i$  durch die Tast- oder Samplingfrequenz  $S$  und darauf folgendes Multiplizieren des Produkts durch den Drehzahl- oder Geschwindigkeitsfehler <620>. Es sei bemerkt, daß der alte Integrationsterm zu dem neu bestimmten Integrationsterm hinzuaddiert wird, um ein akkumuliertes Resultat vorzusehen. Der Bremsintegraltorterm wird sodann mit den Maximal- und Minimalproportionalwerten verglichen und wenn notwendig begrenzt <625>. Sodann werden die Terme kombiniert <630> und es wird festgestellt, ob sie innerhalb eines vorbestimmten Bereichs <635> liegen. Wenn die Terme sich innerhalb des Bereichs befinden, so wird der kombinierte Term als der Bremsbefehl <640> gespeichert. Wenn jedoch der kombinierte Term außerhalb des Bereichs liegt, so wird die Integration rückgängig gemacht <645>, beispielsweise wird der laufende kombinierte Term gelöscht und der alte Bremsbefehl wird als der neue Bremsbefehl <650> gespeichert.

Fig. 7 veranschaulicht die Programmsteuerung der CLPIC-Subroutine. Die CLBRK-Subroutine verwendet einen PI (Proportional Integral) Regler zur Erzeugung eines Laufradkupplungsbefehlssignals, um die Maschine schneller zu machen. Es sei bemerkt, daß die Blöcke der Fig. 7 ähnliche Funktionen wie die Blöcke der Fig. 6 ausführen und daher hier nicht weiter beschrieben werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung "vereinigt" die Programmsteuerung eine bekannte Drehmomentsteuerung (Drehmomentsteuerung mit offener Schleife = open-loop torque control) mit der hier beschriebenen Drehzahl- oder Geschwindigkeitsregelung (Drehzahlsteuerung mit geschlossener Schleife = closed-loop speed control). Beispielsweise ist es wohl bekannt, die Laufradkupplung entsprechend der Niederdrückung des Laufradpedals zu modulieren. Es ist ferner bekannt, die Betriebsbremsen ansprechend auf die Laufradkupplungsposition zu modulieren. Es sei beispielsweise auf die graphische Darstellung gemäß Fig. 8 Bezug genommen, wo folgendes dargestellt ist: das Laufradkupplungsdrehmoment in Prozent des Maximums und der Bremsdruck in Prozent des Maximums, und zwar beides als Funktion der Niederdrückung des Laufradpedals. Wenn beispielsweise das Pedal aus der völlig angehobenen 45°, der ersten Position, in eine zweite 35°-Zwischenposition niedergedrückt wird, so stellt das elektronische Steuer- oder Regelmodul in pro-

portionaler Weise den Laufradkupplungsdruck ein. Das weitere Niederdrücken des Pedals veranlaßt dieses, jenseits 33° in einer zweiten Position positioniert zu werden, wobei fortlaufend die Betätigung der Betriebsbremsen geleitet wird. Diese Steuerung gemäß dem bekannten Stand der Technik besitzt somit eine vorbestimmte Überlappungsgröße zwischen der Laufradkupplungs- und Brems-Betätigung zur Steuerung des Antriebslinien- oder Triebwerks-Drehmoments. Ein derartiges System ist in US-PS 5 040 648 beschrieben. Zum Zwecke der vorliegenden Diskussion bedarf das System gemäß '648 als Subroutine PEDTQR Bezug genommen.

Die "Vereinigung"- oder "Merge"-Subroutine wird nunmehr unter Bezugnahme auf Fig. 9 beschrieben. Als erstes initialisiert die Programmsteuerung die Variablen und Befehle <905>, beispielsweise bewirkt die Programmsteuerung, daß die Laufradkupplung vollständig in Eingriff steht, daß die Betriebsbremsen vollständig gelöst sind, und daß alle Integratorzustände gelöscht sind. Als nächstes ruft die Steuerung die PEDTQR-Subroutine auf und bringt einen ICTQR-Befehl <910> zurück und ruft die PEDSPD-Subroutine auf und bringt den ICSPD-Befehl <950> zurück. Sodann bringt die Steuerung den niedrigeren Wert der zwei Befehle zurück. Demgemäß vergleicht die Steuerung den Wert der ICTQR- und ICSPD-Befehle <920> und ersetzt den endgültigen Befehl mit dem geringeren der zwei Werte <925>. Schließlich wird der endgültige Befehl ICPCMD mit dem kleineren Wert gespeichert <930>. Dies gestattet vorteilhafterweise, daß die Steuerung eine größere Kontrolle oder Steuerung über die Maschine besitzt, und zwar unter verschiedenen Antriebslinienbelastungsbedingungen, d. h. Belastungsbedingungen des Triebwerks. Beispielsweise sieht die "Merge"-Subroutine eine Drehzahlsteuerung oder -regelung bei geringen und normalen Antriebslinienbelastungen vor und eine Drehmomentsteuerung oder -regelung bei starker Antriebslinienbelastung. Bei starker Antriebslinienbelastung, beispielsweise dann, wenn die Maschine einen Haufen in den Kübel lädt, kann die Steuerung den Radschlupf durch Verwendung des niedrigeren der beiden Befehle reduzieren.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel sei unter Bezugnahme auf die Fig. 10A, B beschrieben, die die Softwaresteuerung einer "Bremse-Vor-Schaltung" (Brake-Before-Shift) Subroutine darstellen. Die Bremse-Vor-Schaltung-subroutine verzögert die Maschine vor der Ausführung einer Richtungsschaltung, um ein relativ glattes Schalten zu erreichen. Als erstes bestimmt die Steuerung, ob die angeforderte Richtung nicht neutral <1005> ist. Wenn beispielsweise die angeforderte Richtung eine Neutralschaltung ist, so erfolgt das Normalschalten <1065>. Ansonsten bestimmt die Steuerung, ob die angeforderte Richtung eine Schaltung ist, die sich von der alten Richtung unterscheidet. Wenn dies so ist, so speichert die Steuerung die laufende Richtung als die alte Richtung <1015>, setzt die SHFTREQ-Flagge <1020>, initialisiert die Bremszeitsteuerung <1025>, und speichert die laufende Getriebedrehzahl als die Soll-Getriebedrehzahl <1030>.

Schließlich schreitet die Steuerung zum Block 1035 fort, um festzustellen, ob die SHFTREQ-Flagge gesetzt ist. Wenn dies nicht der Fall ist, so tritt die Normalschaltung auf. Ansonsten bestimmt die Steuerung, ob die Bremszeitsteuerung nicht größer als Null ist. Wenn die Bremszeitsteuerung größer als Null ist, so wird die SHFTREQ-Flagge gelöscht <1060>. Ansonsten be-

stimmt die Steuerung, ob die Getriebedrehzahl größer ist als ein Abschneidwert <1045>. Wenn beispielsweise die Getriebedrehzahl sich auf einem Wert befindet, der niedrig genug ist, dann wird die Maschinendrehzahl oder -geschwindigkeit als gering genug angesehen, um nicht zu bremsen zur Erreichung einer glatten Schaltung. Wenn jedoch die Getriebe (Drehzahl) größer ist als der Abschneid (Wert), dann werden die gewünschte oder Soll-Getriebedrehzahl <1050> und Bremsenzeitsteuerung <1055> dekrementiert. Durch Dekrementieren der Getriebe-Soll-Drehzahl ergibt sich ein negativer Drehzahl oder -geschwindigkeitsfehler, was für die PEDSPD vorsieht, die Bremsen zur Verlangsamung der Maschine zu betätigen.

#### Industrielle Anwendbarkeit

Im Hinblick auf die Zeichnungen und im Betrieb sieht die vorliegende Erfindung eine Bodengeschwindigkeitssteuerung einer Maschine vor, während der Motor in hohem Leerlauf läuft. Dies gestattet dem Benutzer oder Fahrer, die Maschine langsam und in kleinen Schritten zu bewegen, während gleichzeitig die volle Leistung an die Werkzeughydraulik geliefert wird. Im einzelnen betätigt die elektrohydraulische Steuervorrichtung die Laufradkupplung und die Betriebsbremsen zur Steuerung der Bodengeschwindigkeit auf einen vorbestimmten Wert entsprechend der Laufradkupplungspedalposition. Da die elektrohydraulische Steuervorrichtung die Schleife an der Drehmomentwandlerausgangsdrehzahl schließt, kann die Vorrichtung die Maschinengeschwindigkeit auf vorbestimmte Werte steuern oder regeln, selbst wenn Änderungen im Drehmoment an der Antriebsbahn oder dem Triebwerk auftreten.

Darüber hinaus verlangsamt die elektrohydraulische Steuerungsvorrichtung die Maschinengeschwindigkeit vor einer Richtungsschaltung, um glatte ungestörte Schaltvorgänge zu erreichen.

Schließlich verwendet die elektrohydraulische Steuervorrichtung selektiv entweder eine Drehmomentsteuerung mit offener Schleife (Drehmomentsteuerung) oder eine Drehmomentsteuerung mit geschlossener Schleife (Drehzahl- oder Geschwindigkeitsregelung) um die Maschinenleistung abhängig von Drehmomenteffekten an der Antriebslinie oder dem Triebwerk zu modifizieren.

Zusammenfassend sieht die Erfindung folgendes vor: Eine elektrohydraulische Steuervorrichtung für den Antriebsstrang oder das Triebwerk einer Maschine ist offenbart. Der Antriebsstrang oder die Antriebslinie bzw. das Triebwerk umfassen einen Motor, ein Getriebe und einen Drehmomentwandler mit einem sich drehenden Gehäuse. Der Drehmomentwandler ist antriebsmäßig verbunden zwischen Motor und Getriebe. Der Drehmomentwandler weist auch ein Laufradelement auf. Eine Laufradkupplung verbindet das Laufradelement mit dem sich drehenden Gehäuse. Eine elektrohydraulische Laufradkupplungsventil erzeugt einen Strömungsmittelfluß zu der Laufradkupplung, um die Laufradkupplung in steuerbarer Weise in und außer Eingriff zu bringen. Ein Drehmomentwandlerdrehzahlfühler fühlt die Ausgangsdrehzahl des Drehmomentwandlers ab und erzeugt in darauf ansprechender Weise ein Drehmomentwandlerdrehzahlsignal. Eine elektronische Vorrichtung empfängt das gemessene Drehmomentwandlerdrehzahlsignal, bestimmt ein Drehmomentwandler-Soll-Drehzahlsignal, erzeugt ein Fehlerdrehzahlsignal infolge einer Differenz zwischen dem gemessenen und

dem Soll-Drehmomentwandlerdrehzahlsignalen und betätigt in steuerbarer Weise das elektrohydraulische Ventil, um zu bewirken, daß das Drehzahlfehlersignal sich dem Wert Null nähert.

In der Zeichnung haben die dort verwendeten Beschriftungen die folgende Bedeutung:

Fig. 1

Torque Converter 106 = Drehmomentwandler  
Engine 104 = Motor  
Transmission 114 = Getriebe  
Electronic control 126 = elektronische Steuerung  
Brake 140 = Bremse

Fig. 2

pedal depression = Pedalniederdrückung  
reference = Bezugsgröße  
desired = Soll-Wert, gewünschter Wert  
error = Fehler  
impeller clutch = Laufradkupplung  
measured = gemessen  
clutch/brake choice logic = Kupplungs/Bremse-Auswahllogik  
Electronic control 126 = elektronische Steuerung  
brakes = Bremsen

Fig. 3

ground speed = Boden- oder Erdgeschwindigkeit  
pedal depression = Pedalniederdrückung

Fig. 4A

PEDSPD subroutine = Pedalgeschwindigkeitssubroutine  
initialization 404 = Initialisierung  
read pedal position 406 = Lese pedalposition  
is pedal fully depressed? 408 = Ist die Pedale vollständig niedergedrückt?  
no = nein  
yes = ja  
apply brakes 410 = lege die Bremsen an  
no = nein  
is the XMSN IN NEUTRAL? 412 = ist XMSN in neutral?  
yes = Ja  
Store engine speed as reference speed and desired speed 414 = Speichere die Motordrehzahl als Bezugsdrehzahl und Soll-Drehzahl is SHFTREQ flag set? 416 = Ist die SHFTREQ (Schaltung angefordert) Flagge gesetzt  
no = nein  
yes = ja  
is pedal fully released 418 = ist die Pedale vollständig freigegeben?  
yes = ja  
non = nein  
call GRNDSPD 420 = Rufe GRNDSPD (Bodengeschwindigkeit) auf  
clear SHFTREQ flag 422 = Lösche SHFTREQ Flag  
Is the XMSN in Gear? 424 = ist XMSN geschaltet?  
yes = ja

Fig. 4B

no = nein  
is pedal fully released 426 = ist die Pedale vollständig

freigeben  
 yes = ja  
 determine pedal position 434 = Bestimme die Pedalposition  
 Multiply reference speed by Pedal value and store as desired speed 436 = multipliziere die Bezugdrehzahl mit dem Pedalwert und speichere diese als die Soll-Drehzahl  
 call GRNDSPD 438 = Rufe GRNDSPD  
 store TC out speed as reference speed and desired speed 428 = speichere Drehmomentwandlerdrehzahl als Bezug- und Soll-Drehzahl  
 clear brake command 432 = lösche Bremsbefehl

Fig. 5

GRNDSPD subroutine = Boden- und Erdgeschwindigkeitssubroutine  
 speed error = desired TC speed minus actual 505 = Drehzahlfehler = Soll-Drehmomentwandlerdrehzahl minus Ist-Drehzahl  
 is SHFTREQ flag set? 510 = ist "Schaltung angefordert"-Flagge gesetzt?  
 yes = ja  
 speed error = desired XMSN speed minus actual 515 = Drehzahlfehler = Soll-Getriebedrehzahl minus Ist-Drehzahl  
 is speed error negative? 520 = ist der Drehzahlfehler negativ?  
 no = nein  
 yes = ja  
 call CLPBRK 525 = rufe Bremse  
 no = nein  
 is shift already in progress? 530 = ist die Schaltung bereits in Gang?  
 yes = ja  
 no = nein  
 is BRK CMD > BRK MIN ? 545 = ist der Bremsbefehl > Bremsminimumwert  
 yes = ja  
 no = nein  
 is IC CMD > IC MIN ? 550 = ist der Laufradkupplungsbefehl > Laufradkupplungsminimalwert  
 yes = ja  
 call CLPIC 540 = rufe Laufradkupplung  
 is speed error negative ? 560 = ist der Drehzahlfehler negativ?  
 yes = ja  
 no = nein

Fig. 6

CLPBRK subroutine = rufe Bremssubroutine  
 BRK\_PROP = KP·SPD\_ERR 610 = Bremsproportionalterm = KP·Geschwindigkeitsfehler  
 limit BRK\_PROP 615 = begrenze Bremsproportionalterm  
 BRK\_INT = OLD-INT + SPD-ERR·620 = Bremsintegratorterm = alter Integratorterm + Geschwindigkeitsfehler·(KES)  
 limit BRK\_INT 625 = begrenze Bremsintegratorterm  
 add BRK\_PROP to BRK\_INT 630 = addiere Bremsproportionalterm zu Bremsintegratorterm  
 is sum out of range ? 635 = ist die Summe außerhalb des Bereichs?  
 no = nein  
 store sum as current command 640 = speichere die Summe als laufenden Befehl

yes = ja  
 undo integration 645 = widerrufe die Integration  
 store old command as current command 650 = speichere den alten Befehl als laufenden Befehl

Fig. 7

CLPIC subroutine = rufe Laufradkupplungssubroutine auf  
 IC\_PROP = KP·SPD\_ERR 710 = Laufradkupplungsproportionalterm = KP·Geschwindigkeitsfehler  
 limit IC\_PROP 715 = begrenze Laufradkupplungsproportionalterm  
 IC\_INT = OLD\_INT + SPD\_ERR·720 = Laufradkupplungsintegratorterm = alter Integratorterm + Geschwindigkeitsfehler·(KES)  
 limit IC\_INT 725 = begrenze Laufradkupplungsintegratorterm  
 add IC\_PROP to IC\_INT 730 = addiere Laufradkupplungsproportionalterm zu Laufradkupplungsintegratorterm  
 is sum out of range ? 735 = ist die Summe außerhalb des Bereichs?  
 no = nein  
 store sum as current command 740 = speichere die Summe als laufenden Befehl  
 yes = ja  
 undo integration 745 = widerrufe Integration  
 store old command as current command 750 = speichere den alten Befehl als laufenden Befehl (RTS ist hier wie in allen anderen Zeichnungen: "return to subroutine" = kehre zur Subroutine zurück)

Fig. 8

impeller clutch pressure (% of max) = Laufradkupplungsdruck (Prozent vom Maximum)  
 impeller torque capacity (% of max) = Laufraddrehmomentkapazität (Prozent vom Maximum)  
 foot pedal position in degrees = Fußpedalposition in Graden  
 impeller clutch pressure = Laufradkupplungsdruck  
 impeller clutch torque capacity = Laufradkupplungsdrehmomentkapazität  
 brake pressure = Bremsdruck  
 brake pressure (% of max) = Bremsdruck in Prozent des Maximalwerts

Fig. 9

merge subroutine = Vereinigungssubroutine  
 initialization 905 = Initialisierung  
 call PEDTQR 910 = rufe Pedaldrehmoment auf  
 call PEDSPD 915 = rufe Pedaldrehzahl auf  
 is ICSPD < ICTRQ 920 = ist die Laufradkupplungsdrehzahl < Laufradkupplungsdrehmoment  
 no = nein  
 replace ICSPD with ICTRQ 925 = ersetze Laufradkupplungsdrehzahl mit Laufradkupplungsdrehmoment  
 yes = ja  
 store as ICPCMD 905 = speichere als Laufradkupplungsproportionalbefehl

Fig. 10A

brake before shift subroutine = Bremse vor die Schaltsubroutine  
 is requested direction non-neutral? 1005 = ist die ange-

forderte Richtung nicht neutral?

no = nein

yes = ja

is requested direction different from old direction? 1010

= unterscheidet sich die angeforderte Richtung von der alten Richtung? 5

yes = ja

store current direction as old direction 1015 = spei-

chere die laufende Richtung als die alte Richtung

set SHFTREQ flag 1020 = setze die "Schaltung ange-

fordert"-Flagge 10

initialize brake timer 1025 = initialisiere die Bremszeit-

schaltung

store current XMSN speed as desired XMSN speed

1030 = speichere die laufende Getriebedrehzahl als die Soll-Getriebedrehzahl 15

no = nein

is SHFTREQ flag set? 1035 = ist die "Schaltung ange-

fordert"-Flagge gesetzt 20

no = nein

yes = ja

is brake timer greater than zero? 1040 = ist die Brems-

zeitsteuerung größer als null? 25

no = nein

yes = ja

is XMSN speed greater than cutout? 1045 = ist die

Getriebedrehzahl größer als der Ausschritt ("cutout") 30

decrement desired XMSN speed 1050 = dekrementiere

die Soll-Getriebedrehzahl

decrement brake timer 1055 = dekrementiere die

Bremszeitsteuerung 35

no = nein

clear shift request flag 1060 = lösche die "Schaltung

angefordert"-Flagge

normal dir shift 1065 = normale Richtungsschaltung

Fig. 10B

#### Patentansprüche

1. Eine elektrohydraulische Steuervorrichtung für eine Antriebsstrecke oder ein Triebwerk einer Maschine einschließlich eines Motors und eines Getriebes, wobei folgendes vorgesehen ist: 45  
ein Drehmomentwandler mit einem sich drehenden Gehäuse, und zwar antriebsmäßig verbunden zwischen dem Motor und dem Getriebe, wobei der Drehmomentwandler ein Laufradelement aufweist; 50  
eine Laufradkupplung zur Verbindung des Laufradelements mit dem sich drehenden Gehäuse;  
ein elektrohydraulisches Laufradkupplungsventil zur Erzeugung eines Strömungsmittelflusses zu der Laufradkupplung zum steuerbaren Eingriff und Außereingriffbringen der Laufradkupplung; 55  
einen Drehmomentwandlerdrehzahl- oder -geschwindigkeitssensor zum Abfühlen der Ausgangs- oder Abtriebsdrehzahl des Drehmomentwandlers und zum darauf ansprechenden Erzeugen eines Drehmomentwandlerdrehzahlsignals, und 60  
Steuermittel zum Empfang des gemessenen Drehmomentwandlergeschwindigkeitssignals, zur Bestimmung eines gewünschten oder Soll-Drehmomentwandler-Drehzahl-Signals, zur Erzeugung eines Fehlerdrehzahlsignals ansprechend auf eine Differenz zwischen den gemessenen und Soll-Drehzahlwandlergeschwindigkeitssignalen, und zum steuerbaren Betätigen des elektrohydrauli-

schen Ventils, um zu bewirken, daß das Drehzahlfehlersignal sich dem Wert Null nähert.

2. Eine elektrohydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, mit einem Satz von Bremsen und einem elektrohydraulischen Bremsventil bzw. Bremsventilmitteln zur Erzeugung eines Strömungsmittelflusses zu dem Bremsatz zum steuerbaren Ineingriffbringen und Außereingriffbringen des Bremsatzes, wodurch die Steuermittel in selektiver Weise die Laufradkupplung und/oder das elektrohydraulische Bremsventil betätigen, um zu bewirken, daß das Drehzahlfehlersignal den Wert Null annähert.

3. Elektrohydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 2 mit einem Laufradpedal, welches beweglich ist zwischen einer minimalen und einer maximalen Position zur Erzeugung eines Benutzerlauf-radsignals, welches die Position des Laufradpedals anzeigt.

4. Elektrohydraulische Steuervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 3, wobei die Steuermittel das Benutzerlauf-radsignal empfangen und ein Laufradkupplungsbefehlssignal an das elektrohydraulische Laufradkupplungsventil liefern, um in steuerbarer Weise das elektrohydraulische Ventil zu betätigen, und zwar allein ansprechend auf die Position des Laufradpedals.

5. Elektrohydraulische Steuervorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, und zwar nach Anspruch 4, wobei die Steuermittel das Benutzerlauf-radsignal empfangen, das gemessene Drehmomentwandlersignal ansprechend auf das Benutzerlauf-radsignal modifizieren, ein Drehmomentwandlerdrehzahl-Soll-Signal erzeugen, und zwar ansprechend auf das gemessene modifizierte Drehmomentssignal und Liefern eines Laufradkupplungsbefehlssignals an das elektrohydraulische Laufradkupplungsventil zur steuerbaren Betätigung des elektrohydraulischen Ventils ansprechend auf das Soll-Drehmomentwandlergeschwindigkeitssignal.

6. Elektrohydraulische Steuervorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 5, wobei die Steuermittel Mittel aufweisen zur Bestimmung der Größe eines Laufradkupplungsbefehlssignals assoziiert mit der Position des Laufradpedals und eines Laufradkupplungsbefehlssignals assoziiert mit dem Soll-Drehmomentwandlerdrehzahlsignals und steuerbares Betätigen des elektrohydraulischen Ventils ansprechend auf das Laufradkupplungsbefehlssignals mit der niedrigeren Größe.

7. Elektrohydraulische Steuervorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 2, wobei die Steuermittel die Laufradkupplung und die elektrohydraulischen Bremsventile steuern, und zwar unter Verwendung einer Proportional-Integral-Steuer- oder Regelstrategie.

8. Elektrohydraulische Steuervorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 7, wobei ein Getriebe-steuerhebel progressiv manuell zwischen ersten und zweiten Positionen bewegbar ist, wobei das Getriebe geeignet ist, um in ansprechender Weise zwischen einem Vorwärts- und einem Rückwärts-übersetzungs- oder Getriebeverhältnis zu schalten,



und zwar ansprechend auf die Bewegung des Steuerglieds aus der ersten Position in die zweite Position, wobei der Steuerhebel ein Benutzergetriebe- oder Transmissionssignal erzeugt, welches die Position des Steuerhebels anzeigt.

9. Elektrohydraulische Steuervorrichtung nach einem oder mehreren vorhergehenden Ansprüchen, insbesondere nach Anspruch 8, wobei die Steuermittel das Benutzergetriebebesteuersignal empfangen und in steuerbarer Weise das elektrohydraulische Bremsventil betätigen, um die Maschine zu verlangsamen, und zwar vor einer Richtungsschaltung des Getriebes.

10. Elektrohydraulische Steuervorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 9, wobei der Drehmomentwandler ferner ein Reaktor oder Reaktionselement aufweist, ein Turbinenelement verbunden zwischen dem sich drehenden Gehäuse und dem Turbinenelement, und eine Verriegelungskupplung verbunden zwischen dem sich drehenden Gehäuse und dem Turbinenelement und mit einem elektrohydraulischen Verriegelungskupplungsventil, um Strömungsmittelfluß zu der Verriegelungskupplung zu leiten, um die Verriegelungskupplung in Eingriff und außer Eingriff zu bringen.

11. Verfahren zum Steuern eines Antriebsstrangs oder — eines Triebwerks einer Maschine mit einem Motor, einem Getriebe und einem Drehmomentwandler mit einem sich drehenden Gehäuse, und zwar antriebsmäßig verbunden zwischen dem Motor und dem Getriebe, wobei der Drehmomentwandler ein Laufradelement aufweist, eine Laufradkupplung zur Verbindung des Laufradelements mit dem sich drehenden Gehäuse und ein elektrohydraulisches Laufradkupplungsventil zur Erzeugung eines Strömungsmittelflusses zu der Laufradkupplung zum steuerbaren Ineingriff- und Außereingriffbringen der Laufradkupplung, wobei folgende Schritte vorgesehen sind:

Abfühlen der Ausgangs- oder Abtriebsdrehzahl des Drehmomentwandlers und darauf ansprechendes Erzeugen eines Drehmomentwandlergeschwindigkeits- oder -drehzahlsignals;  
Empfangen des gemessenen Drehmomentwandlerdrehzahlsignals, Bestimmen eines Soll-Drehmomentwandlergeschwindigkeits- oder -drehzahlsignals, Erzeugen eines Fehlerdrehzahl- oder -geschwindigkeitssignals, ansprechend auf die Differenz zwischen den gemessenen und den Soll-Drehmomentwandlergeschwindigkeits- oder -drehzahlsignalen und steuerbare Betätigung des elektrohydraulischen Ventils, um zu bewirken, daß das Drehzahl- oder -geschwindigkeitsfehlersignal sich dem Wert Null nähert.

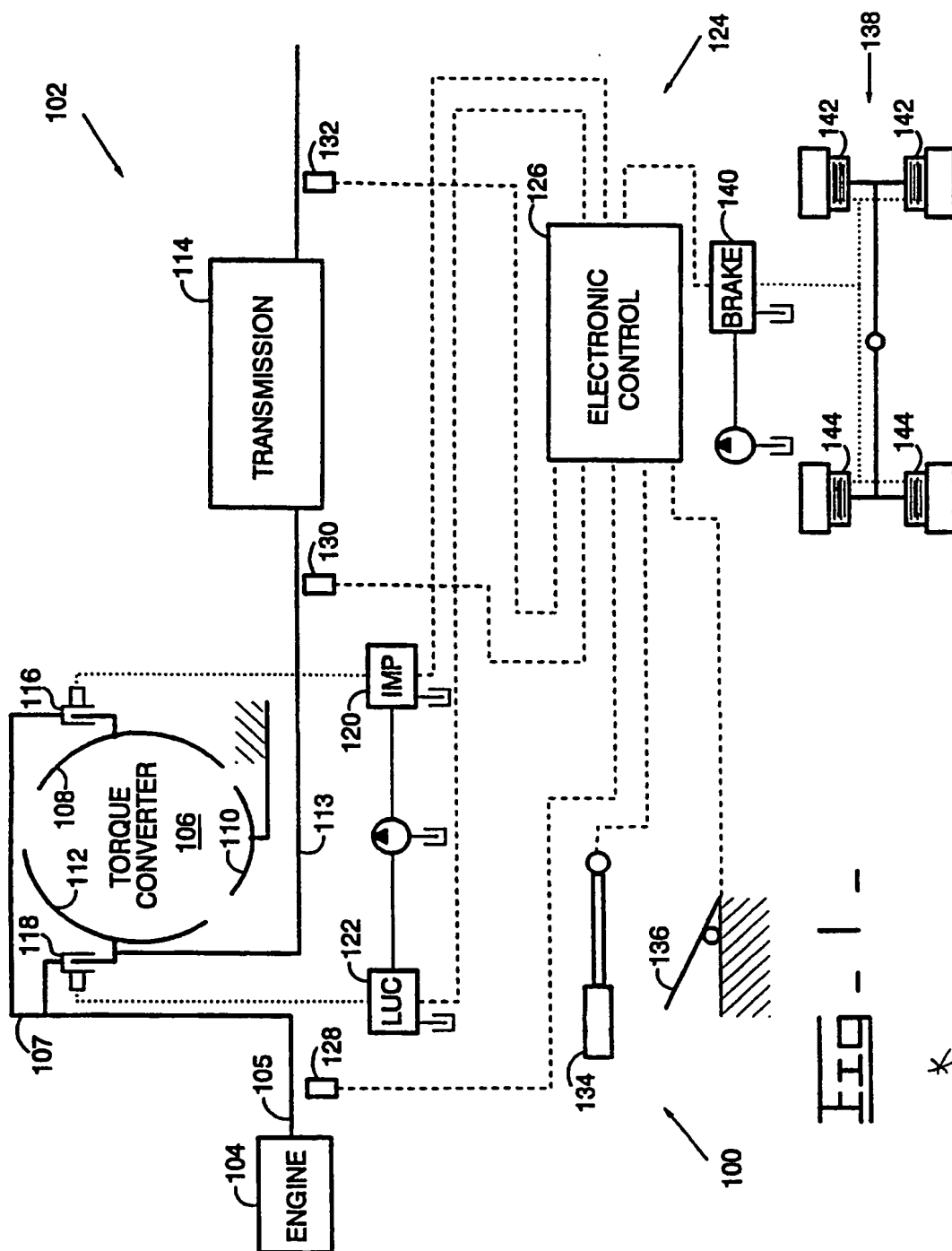
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Maschine einen Satz von Bremsen aufweist und ein elektrohydraulisches Bremsventil zur Erzeugung von Strömungsmittelfluß zu dem Bremssatz zum steuerbaren Ineingriff- und Außereingriffbringen des Bremssatzes, wobei das Verfahren den Schritt des selektiven Steuerns der Laufradkupplung und/oder des elektrohydraulischen Bremsventils aufweist, um zu bewirken, daß das Drehzahlfehlersignal sich dem Wert Null nähert.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 12, wobei die Maschine ein Laufradpedal aufweist, welches zwi-

schen einer Minimal- und einer Maximalposition beweglich ist und wobei der Schritt des Erzeugens eines Benutzerlaufradsignals vorgesehen ist, und zwar ansprechend auf die Position des Laufradpedals.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 13, wobei die folgenden Schritte vorgesehen sind: Empfangen des Benutzerlaufradsignals, Modifizierung des gemessenen Drehmomentwandlersignals ansprechend auf das Benutzerlaufradsignal, Erzeugen eines Soll-Drehmomentwandlergeschwindigkeitssignals ansprechend auf das modifizierte gemessene Drehmomentsignal und steuerbares Betätigen des elektrohydraulischen Ventils ansprechend auf das Drehmomentwandler-Solldrehzahlsignal.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen



五十一

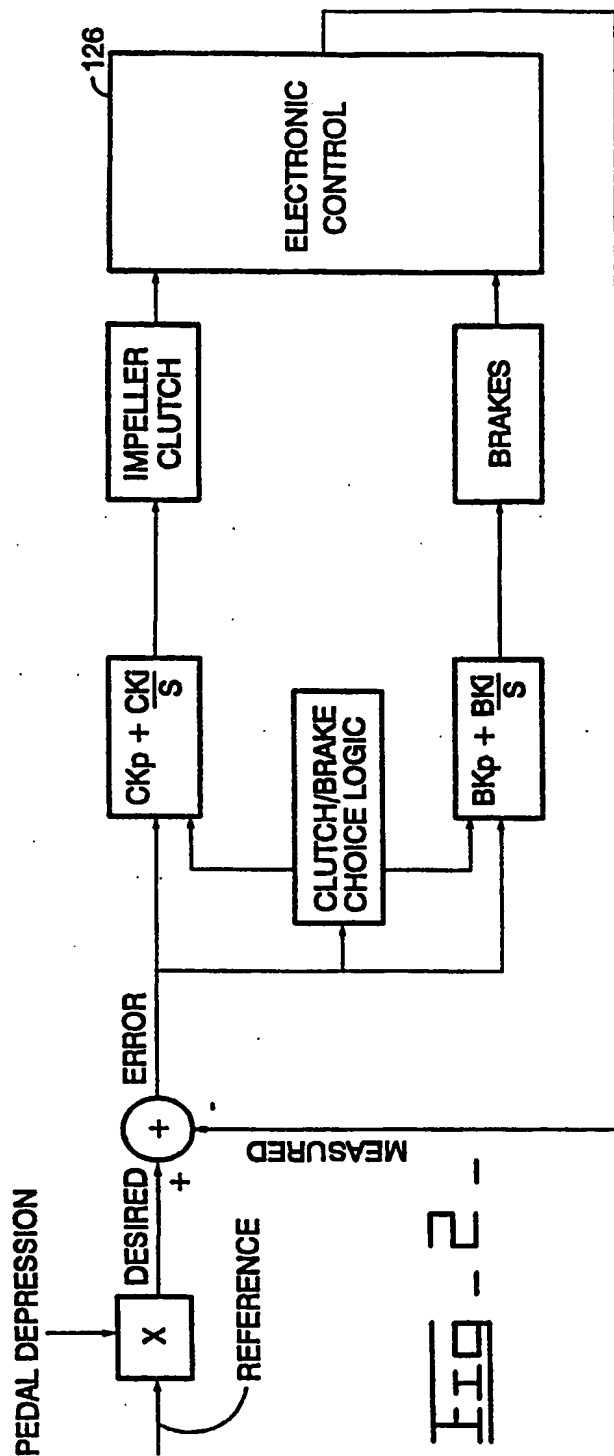


FIG. 2

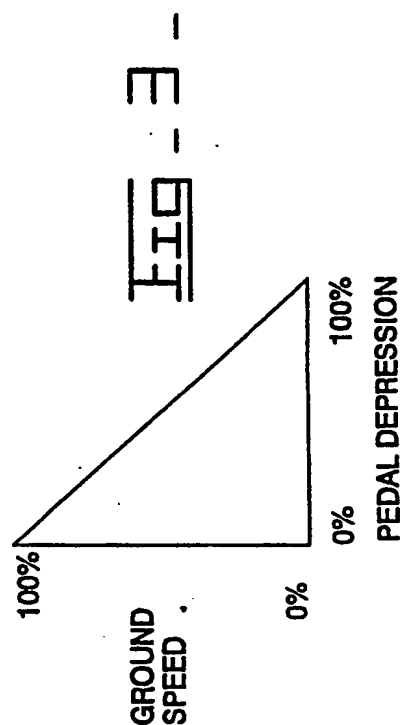


FIG. 3

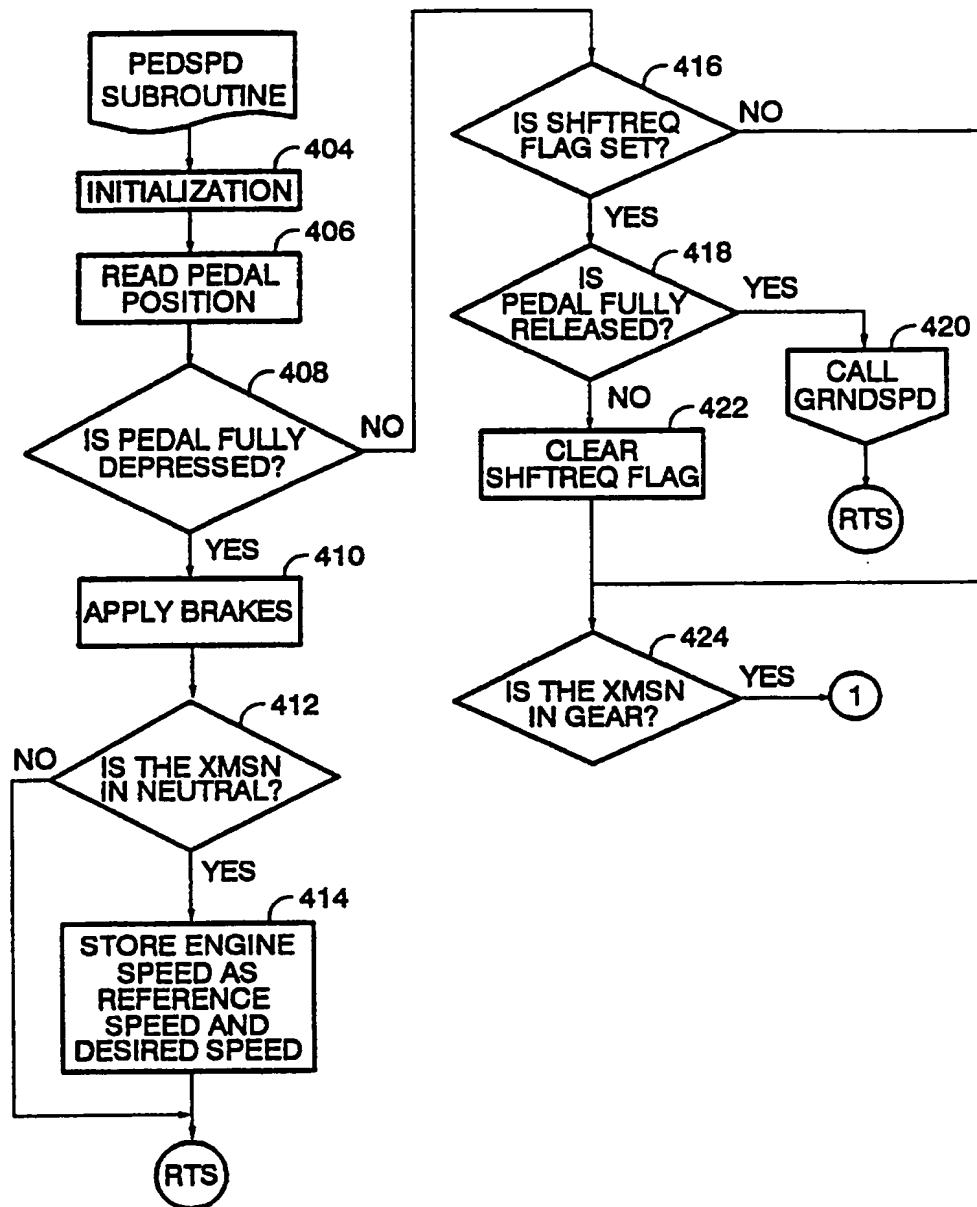


FIG - 4 A -

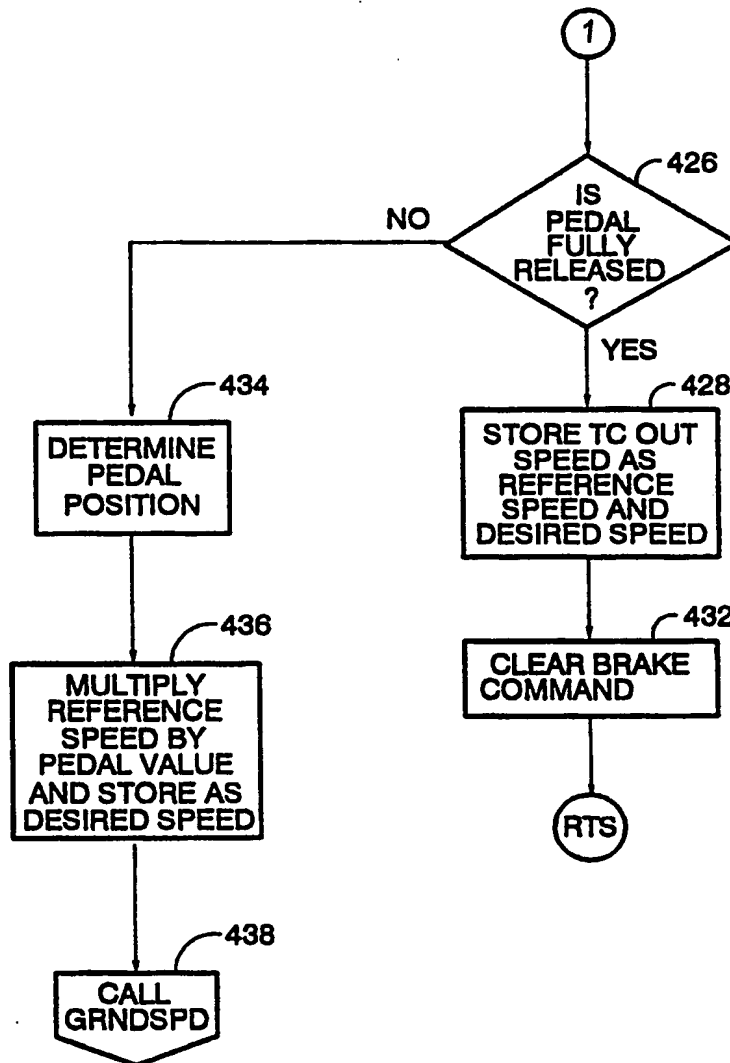
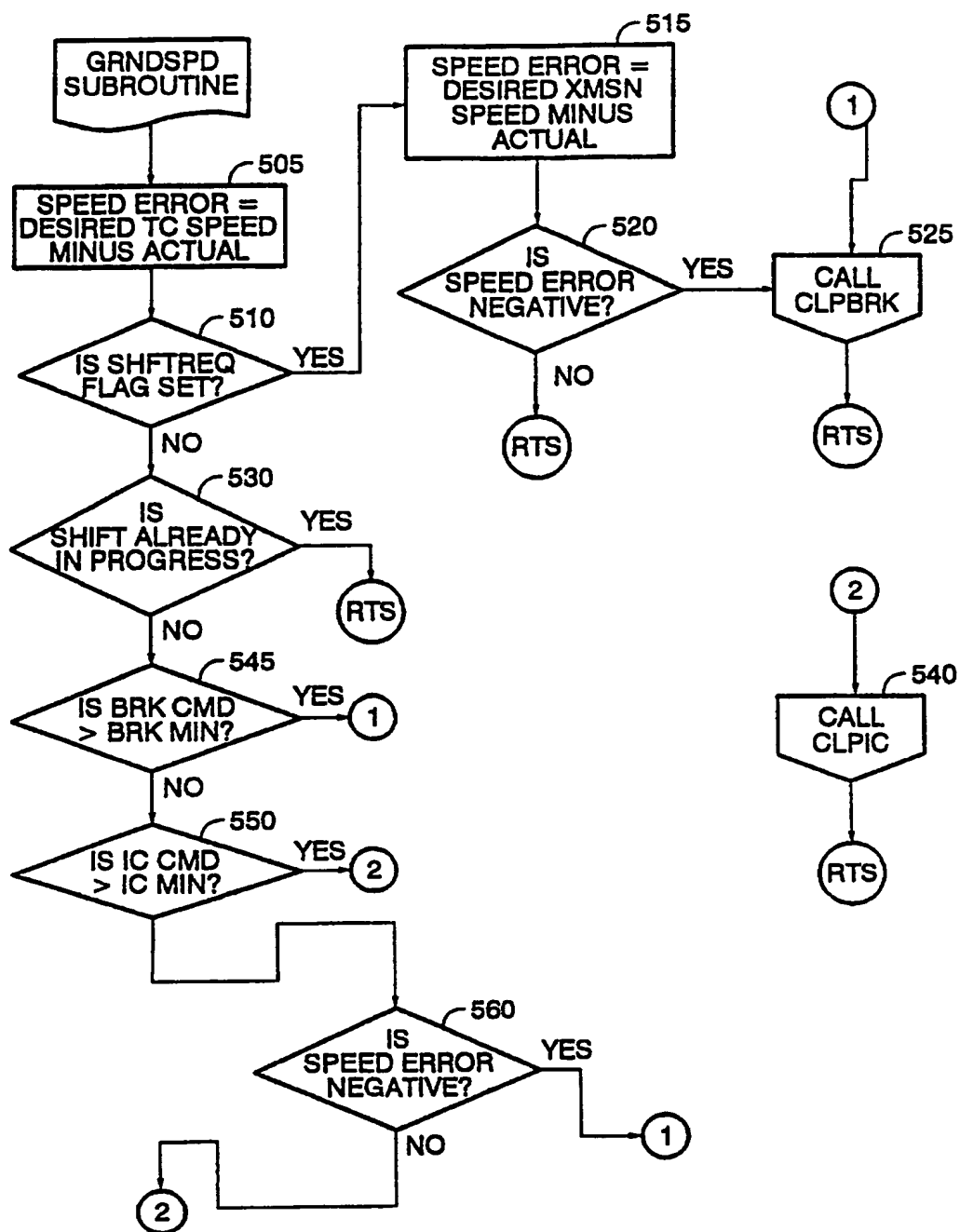


FIG - 4 B -

FIG - 5 -

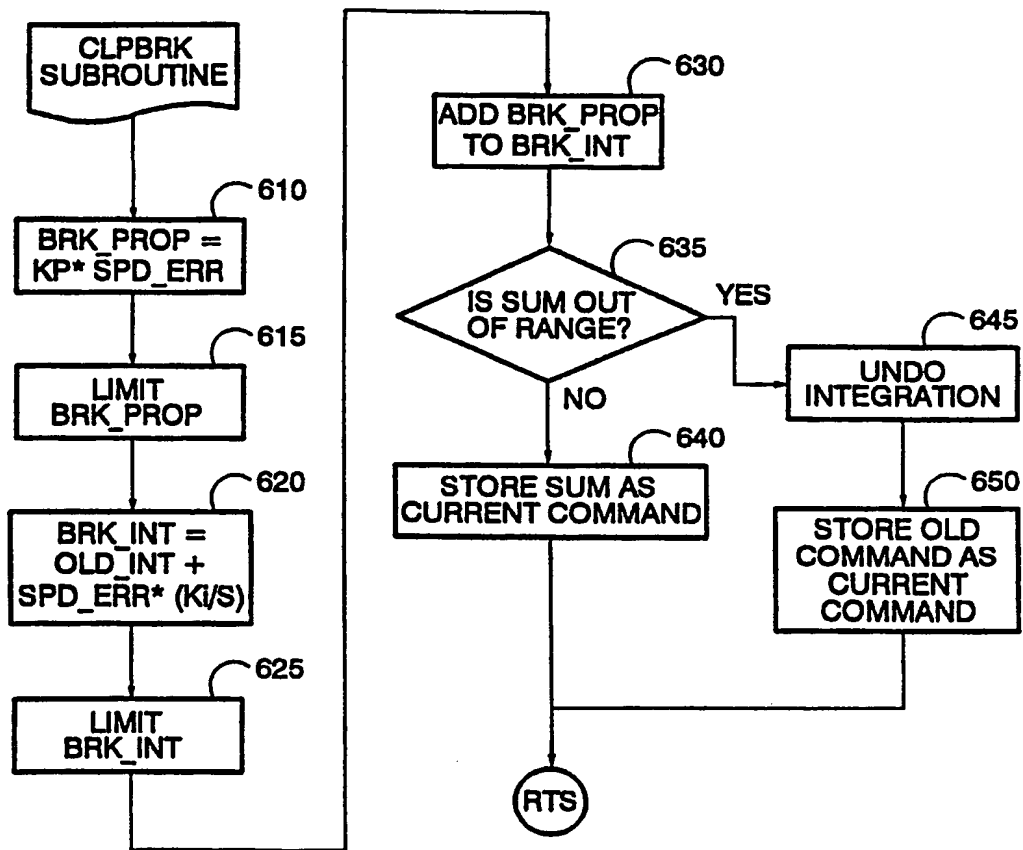


Fig. 6

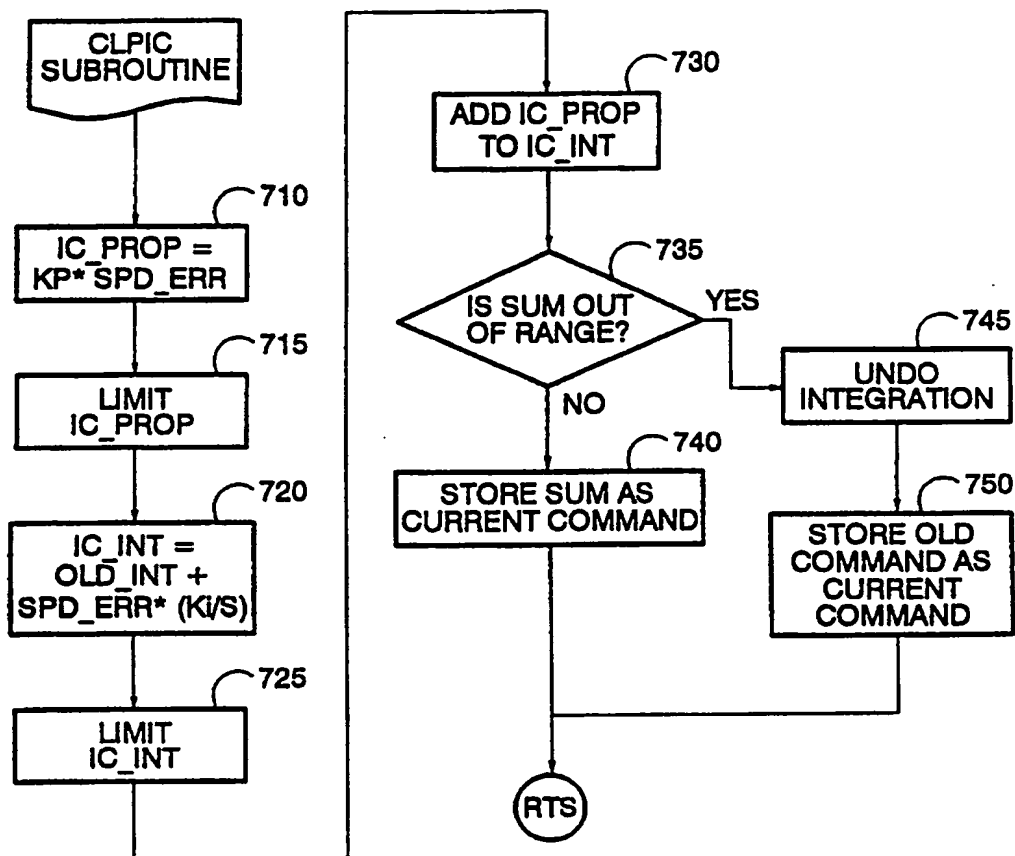
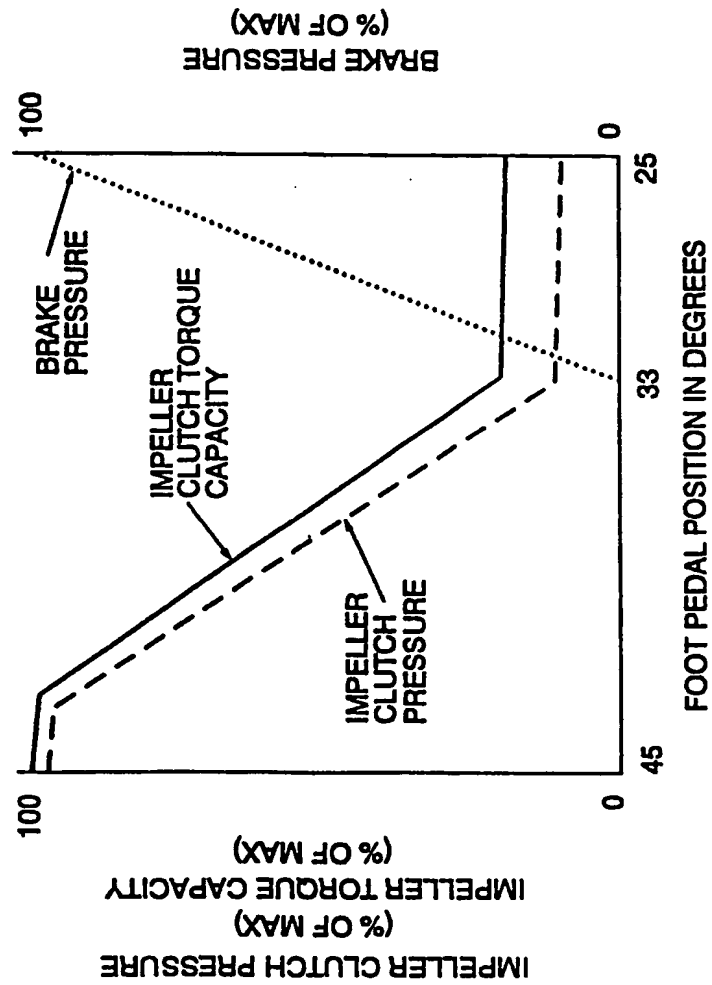


Fig - 7 -



FIG - B -



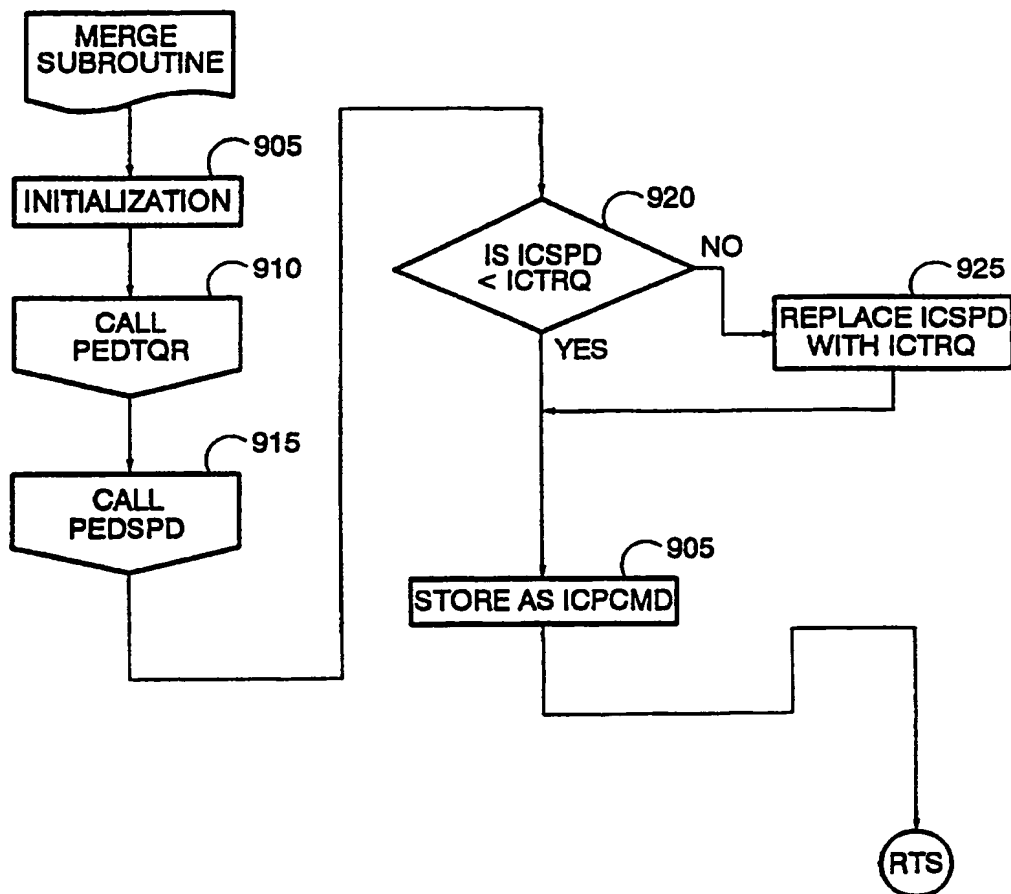


FIG - 9 -

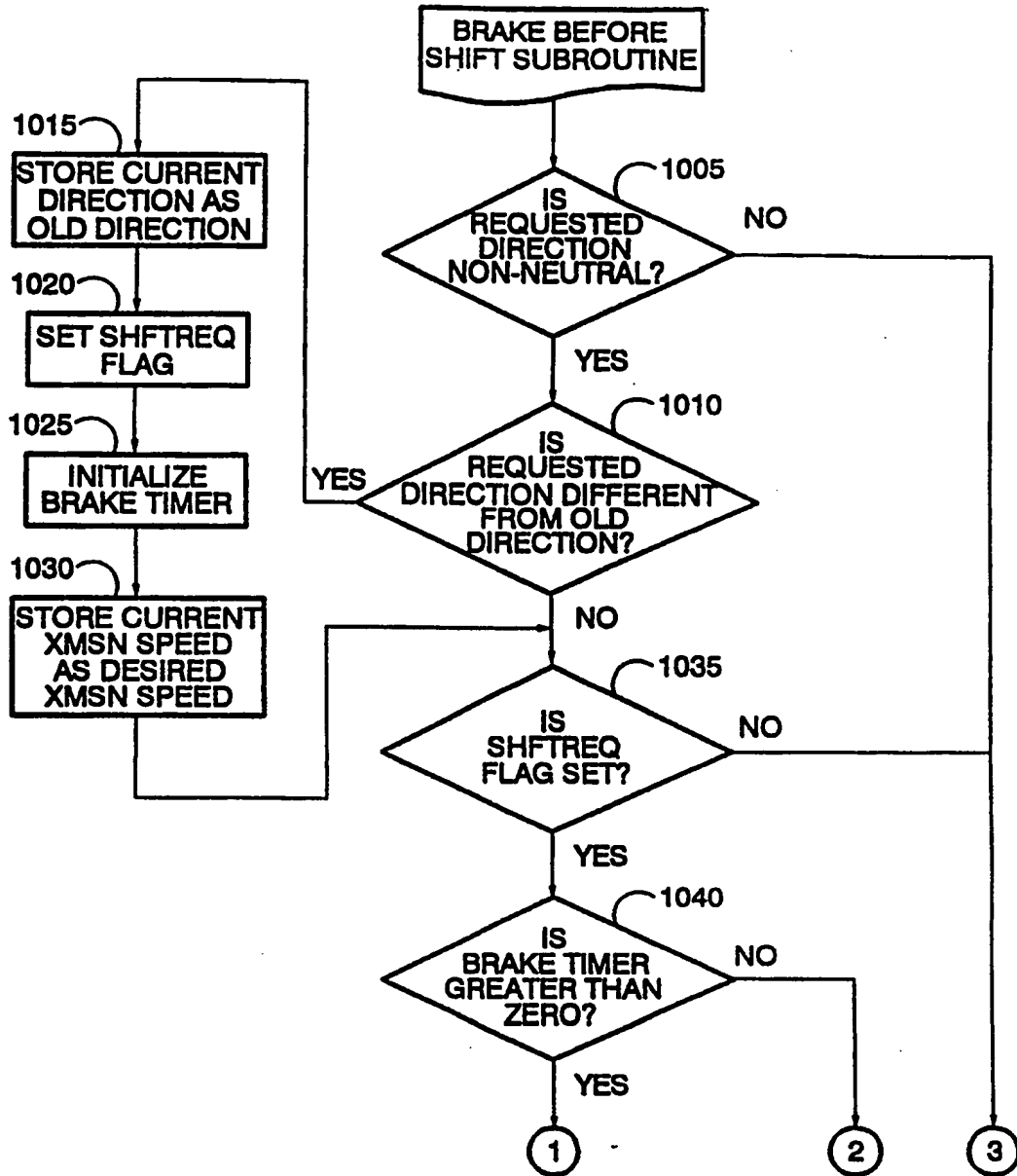


Fig. 10A

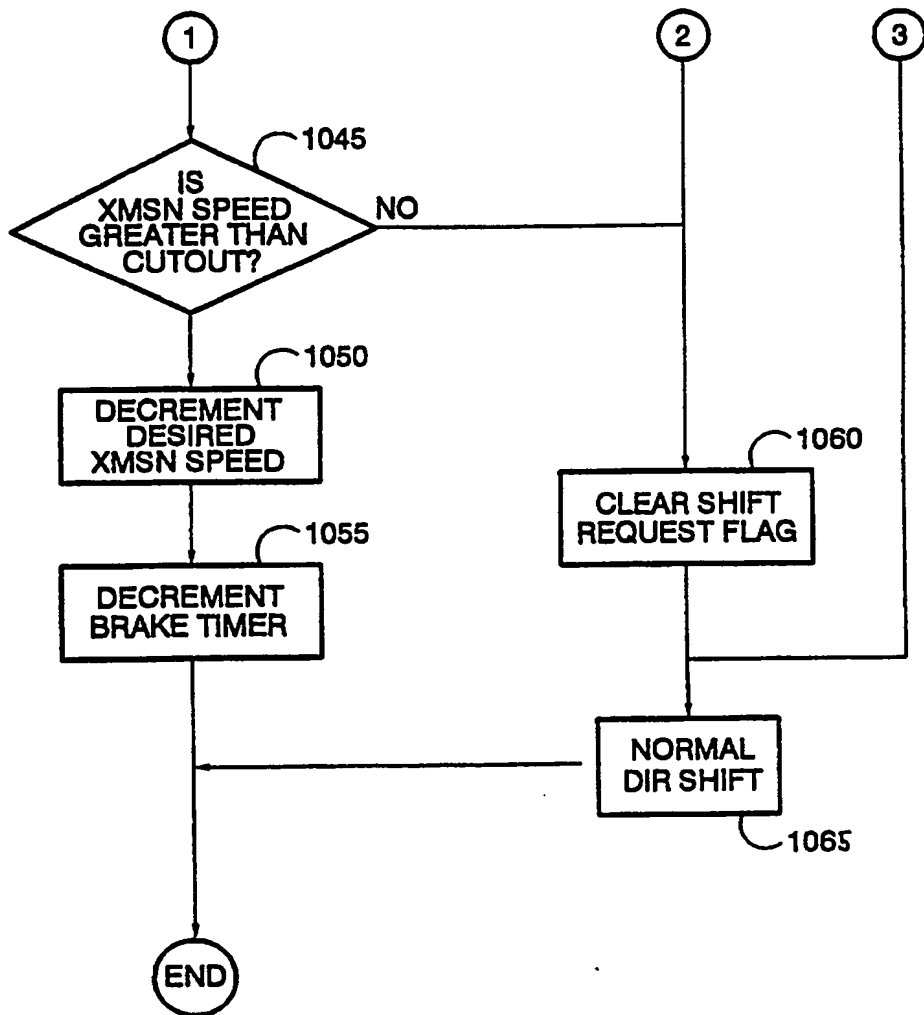


FIG. 10B